

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-094303

(43)Date of publication of application : 04.04.2000

(51)Int.Cl. B24B 37/00

B24B 37/04

H01L 21/304

(21)Application number : 10-270267 (71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 24.09.1998 (72)Inventor : KOJIMA HIROYUKI

OKAWA TETSUO

SATO HIDEMI

(54) GRINDING METHOD AND GRINDING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a grinding method and a grinding device which are capable of reducing the amount of consumption of a grinding pad, caused by dressing, while the grinding efficiency and the uniformity of grinding are maintained, and of flattening the surface of a workpiece such as a wafer-substrate with the accuracy of 0.3 μm or less, without reducing the apparent rigidity of the grinding pad.

SOLUTION: A grinding pad 6 in which the density of grooves in the area 2 on its surface, at which the neighborhood of the center part of a workpiece is to be ground, is formed to be more dense than the density of grooves in the areas 1, 3 at which the area adjacent to the peripheral part of the workpiece is to be ground, is moved, while the workpiece 5 is rotated while it is pressed against the surface of the grinding pad by a desired grinding pressure, and is vibrated in the direction crossing the direction in which the grinding pad is moved. Thus, the surface of the workpiece is ground by a chemical and mechanical action of slurry supplied between the surfaces of the grinding pad 6a and the workpiece 5.

LEGAL STATUS [Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-94303
(P2000-94303A)

(43)公開日 平成12年4月4日(2000.4.4)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト ⁷ (参考)
B 2 4 B 37/00		B 2 4 B 37/00	C 3 C 0 5 8
37/04		37/04	G
H 0 1 L 21/304	6 2 1	H 0 1 L 21/304	6 2 1 D
	6 2 2		6 2 2 F

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平10-270267

(22)出願日 平成10年9月24日(1998.9.24)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 小島 弘之

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 大川 哲男

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

(74)代理人 100061893

弁理士 高橋 明夫 (外1名)

最終頁に続く

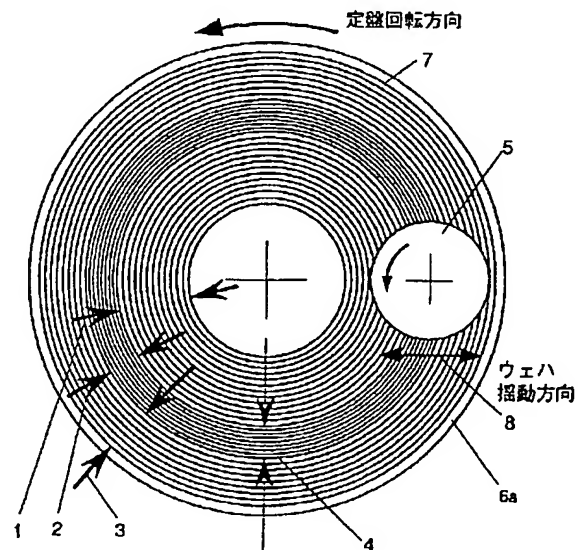
(54)【発明の名称】 研磨方法およびその装置

(57)【要約】

【課題】化学機械研磨加工において、研磨能率と研磨量均一性を維持しつつ、ドレッシングによる研磨パッド消耗量を低減し、しかも研磨パッドの見かけ上の剛性を低下させることなく、ウェハ基板等の被加工物の表面を0.3μm以下の精度で平坦化することが可能となる研磨方法およびその装置を提供することにある。

【解決手段】本発明は、表面において被加工物の中央部付近が研磨される領域2における溝の密度を、被加工物の周辺部付近が研磨される領域1、3における溝の密度に対して高めて形成した研磨パッド6を移動させ、該研磨パッドの表面に対して被加工物5を所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させることによって、前記研磨パッド6の表面と被加工物5の表面との間に供給されたスラリー13の化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨することを特徴とする研磨方法およびその装置である。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】表面において少なくとも隣接した領域間では異ならしめた密度分布を持つ溝群を複数の領域の各々に形成した研磨パッドの表面に対して被加工物を所望の研磨圧で押し付けながら揺動させることによって、前記研磨パッドの表面と被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨することを特徴とする研磨方法。

【請求項2】表面において少なくとも隣接した領域間では異ならしめた密度分布を持つ溝群を複数の領域の各々に形成した研磨パッドを移動させ、該研磨パッドの表面に対して被加工物を所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させることによって、前記研磨パッドの表面と被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨することを特徴とする研磨方法。

【請求項3】表面において被加工物の中央部付近が研磨される領域における溝の密度を、被加工物の周辺部付近が研磨される領域における溝の密度に対して高めて形成した研磨パッドを移動させ、該研磨パッドの表面に対して被加工物を所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させることによって、前記研磨パッドの表面と被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨することを特徴とする研磨方法。

【請求項4】前記溝が、0.08mm～0.25mm程度の幅と0.3mm～1.2mm程度の深さとを有することを特徴とする請求項1または2または3記載の研磨方法。

【請求項5】表面において被加工物の中央部付近が研磨される領域における溝の密度を、少なくとも一方向について被加工物の周辺部付近が研磨される領域における溝の密度に対して高めるべく6本/cm～10本/cm程度にし、被加工物の周辺部付近が研磨される領域における溝の密度に対して高めて形成した研磨パッドを移動させ、該研磨パッドの表面に対して被加工物を所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させることによって、前記研磨パッドの表面と被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨することを特徴とする研磨方法。

【請求項6】表面において被加工物の中央部付近が研磨される領域における溝の密度を、少なくとも一方向について被加工物の周辺部付近が研磨される領域における溝の密度3本/cm～6本/cm程度に対して高めるべく6本/cm～10本/cm程度にし、被加工物の周辺部付近が研磨される領域における溝の密度に対して高めて形成した研磨パッドを移動させ、該研磨パッドの表面に

対して被加工物を所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させることによって、前記研磨パッドの表面と被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨することを特徴とする研磨方法。

【請求項7】表面において被加工物の中央部付近が研磨される領域における0.08mm～0.25mm程度の幅および0.3mm～1.2mm程度の深さを有する溝の密度を、少なくとも一方向について被加工物の周辺部付近が研磨される領域における溝の密度に対して高めるべく6本/cm～10本/cm程度にし、被加工物の周辺部付近が研磨される領域における0.08mm～0.25mm程度の幅および0.3mm～1.2mm程度の深さを有する溝の密度に対して高めて形成した研磨パッドを移動させ、該研磨パッドの表面に対して被加工物を所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させることによって、前記研磨パッドの表面と被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨することを特徴とする研磨方法。

【請求項8】表面において被加工物の中央部付近が研磨される領域における0.08mm～0.25mm程度の幅および0.3mm～1.2mm程度の深さを有する溝の密度を、少なくとも一方向について被加工物の周辺部付近が研磨される領域における0.08mm～0.25mm程度の幅および0.3mm～1.2mm程度の深さを有する溝の密度3本/cm～6本/cm程度に対して高めるべく6本/cm～10本/cm程度にし、被加工物の周辺部付近が研磨される領域における溝の密度に対して高めて形成した研磨パッドを移動させ、該研磨パッドの表面に対して被加工物を所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させることによって、前記研磨パッドの表面と被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨することを特徴とする研磨方法。

【請求項9】前記被加工物の中央部における研磨能率と前記被加工物の周辺部における研磨能率とが共に180nm/min以上とすることを特徴とする請求項3または5または6または7または8記載の研磨方法。

【請求項10】前記被加工物の全表面内における研磨量のばらつきを5%以下にすることを特徴とする請求項1または2または3または4または5または6または7または8記載の研磨方法。

【請求項11】定盤と共に移動または定盤上を移動し、表面において少なくとも隣接した領域間では異ならしめた密度分布を持つ溝群を複数の領域の各々に形成した研磨パッドと、

被加工物を保持した状態で該被加工物を前記研磨パッドの表面に対して所望の研磨圧で押し付けながら摺動させる被加工物保持手段とを備え、

前記研磨パッドの表面と前記被加工物保持手段によって保持された被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨するように構成したことを特徴とする研磨装置。

【請求項12】定盤と共に移動または定盤上を移動し、表面において少なくとも隣接した領域間では異ならしめた密度分布を持つ溝群を複数の領域の各々に形成した研磨パッドと、

被加工物を保持した状態で該被加工物を前記研磨パッドの表面に対して所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させる被加工物保持手段とを備え、

前記研磨パッドの表面と前記被加工物保持手段によって保持された被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨するように構成したことを特徴とする研磨装置。

【請求項13】前記研磨パッドの表面における複数の領域が、前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向における領域であることを特徴とする請求項11または12記載の研磨装置。

【請求項14】定盤と共に移動または定盤上を移動し、表面において被加工物の中央部付近が研磨される領域における溝の密度を、被加工物の周辺部付近が研磨される領域における溝の密度に対して高めて形成した研磨パッドと、

被加工物を保持した状態で該被加工物を前記研磨パッドの表面に対して所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させる被加工物保持手段とを備え、

前記研磨パッドの表面と前記被加工物保持手段によって保持された被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨するように構成したことを特徴とする研磨装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、被加工物の表面の化学的機械的研磨加工に係り、特に半導体製造プロセスにおけるデバイスウエハ表面の絶縁膜等の平坦化処理に適した研磨方法およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】CMP (Chemical Mechanical Polishing: 化学的機械的研磨法) に関する従来技術としては、特開平8-39423号公報 (従来技術1)、および特開平10-71561号公報 (従来技術2) 等がある。従来技術1には、ほぼ3.2mmの幅、少なくとも0.5mmの深さ、さらに12.5mmから25mmの螺旋ピッチ (溝の密度が0.4~0.8本/cm) を有する

螺旋溝を、この螺旋の中心を回転中心からオフセットして表面に形成した回転研磨パッドと、該回転研磨パッドに対して処理する基板 (被加工物) を旋回させて位置決めする位置決め部材とを備えた化学機械研磨装置が記載されている。

【0003】また、従来技術2には、複数の多角形の突起部を画するように約0.015~0.50インチ

(0.38~12.7mm) の幅および約0.040~0.175インチ (1.0~4.3mm: 溝の密度が2.3~10本/cm) の間隔の第1の複数の平行グループと該第1の複数の平行グループと交差する第2の複数の平行グループとを備えてグループが均一に配分されるポリシング面を有するブレードと、該ポリシング面に対して被加工物である基板を保持するためのキャリアヘッドとを備えた化学機械研磨装置が記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】このような化学機械研磨加工において、研磨をしていくと、研磨パッドの表面の凹凸の平坦化 (目ずまり) によって、以下の現象が引き起こされて研磨能率が低下していくことになる。

(1) 研磨パッドの表面の平坦化 (目ずまり) に伴って生じる基板と研磨パッド間へのスラリーの導入の阻害

(2) 研磨パッドの表面の平坦化 (目ずまり) に伴って生じる基板と研磨パッドの直接接面積の増大による実質的研磨圧力の低下

このため、ダイヤモンド砥石を用いたドレッシングにより目立て (ドレッシングと呼ぶ) を適宜行い、研磨能率の回復を図る。尚、ドレッシング作用の強弱の評価には単位時間当たりの研磨パッドの磨耗量 (ドレッシング能率と呼ぶ) が経験的に用いられている。

【0005】ところが、化学機械研磨加工では、研磨による研磨パッド表面の平坦化 (目ずまり) の進行に比べ、ドレッシングが不足すると研磨能率が低下するのみならず、研磨量の均一性が低下する問題がある。このような場合、ドレッシング能率を高める必要があるが、ドレッシング能率を高めることは研磨パッドの消耗増加に他ならず、結果として研磨パッド交換等のメンテナンス頻度の増大を引き起こす問題がある。このように化学機械研磨加工では、研磨能率、研磨量均一性、および研磨パッドの低消耗化を両立することは困難であった。

【0006】ところで、研磨量均一性の低下要因は、研磨により生じる研磨パッド表面の平坦化 (見ずまり) の進行が研磨パッド面内で一様でないことにある。すなわち、ウェハ基板等の基板に対する化学機械研磨加工においては、基板面内のすべての点における摺動距離を一樣として面内の研磨量を均一にするため、通常、基板の自転と研磨パッドとの回転比を約1:1にする。ところが、この時に研磨パッド側の研磨パッド半径方向の摺動距離は一樣にならない。即ち、基板中央付近を研磨する研磨パッドの部位は、基板外周を研磨する部位に比べ摺

動距離が大きく、研磨パッドの表面の平坦化（目ずまり）の進行が速いことを示している。したがって、研磨量の均一性を維持するためには基板の中央付近における研磨パッド表面の平坦化（目ずまり）の進行を相殺するに十分なドレッシング能率が必要となる。

【0007】研磨パッド面に最小限のドレッシングを施す方法としては、研磨パッド径より充分小さなドレッサを用い、研磨パッド半径方向にドレッサを走査し、通過する領域毎の研磨パッド表面の平坦化の度合いに応じたドレッシングを行うことで研磨能率の均一化を図る方法が考えられる。しかし、これは結果として研磨パッド表面の平坦化の進行が速い基板の中央付近を研磨する研磨パッド部位を大きく偏磨耗させることとなり、研磨パッドの寿命を延長することはできない。

【0008】ところで、従来技術1、2に記載されているように、研磨パッドの表面に予め複数の溝を形成することで研磨能率、研磨量均一性の向上を図る方法が提案されている。これらの方法では前述の研磨パッド面の平坦化による一番目の課題（1）ウェハと研磨パッド間へのスラリの導入の阻害について改善を図ることが出来るが、二番目の課題（2）ウェハと研磨パッドの直接接面積の増大による実質的研磨圧力の低下については効果が無いため、やはりドレッシングが不足すると研磨量均一性が低下することになる。

【0009】本発明の目的は、化学機械研磨加工における研磨パッド面の平坦化（目ずまり）が引き起こす不均一な研磨量の分布を補正して、高い研磨能率ならびに研磨パッド低消耗を可能にし、しかも研磨パッドの見かけ上の剛性を低下させることなく、ウェハ基板等の被加工物の表面を0.3 μ m以下の精度で平坦化することが可能とする研磨方法およびその装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、表面において少なくとも隣接した領域（部位）間では異ならしめた密度分布を持つ溝群を複数の領域（部位）の各々に形成した研磨パッドの表面に対して被加工物（基板）を所望の研磨圧で押し付けながら揺動させることによって、前記研磨パッドの表面と被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨することを特徴とする研磨方法である。また、本発明は、表面において少なくとも隣接した領域（部位）間では異ならしめた密度分布を持つ溝群を複数の領域（部位）の各々に形成した研磨パッドを移動（回転若しくは直動）させ、該研磨パッドの表面に対して被加工物（基板）を所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させることによって、前記研磨パッドの表面と被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨することを特徴とする研磨方法である。

工物の表面を研磨することを特徴とする研磨方法である。

【0011】また、本発明は、表面において被加工物の中央部付近が研磨される領域（部位）における溝の密度を、被加工物の周辺部付近が研磨される領域（部位）における溝の密度に対して高めて形成した研磨パッドを移動（回転若しくは直動）させ、該研磨パッドの表面に対して被加工物（基板）を所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させることによって、前記研磨パッドの表面と被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨することを特徴とする研磨方法である。また、本発明は、前記研磨方法において、前記溝が、0.08mm～0.25mm程度の幅と0.3mm～1.2mm程度の深さを有することを特徴とする。

【0012】また、本発明は、表面において被加工物の中央部付近が研磨される領域（部位）における溝の密度を、少なくとも一方向について被加工物の周辺部付近が研磨される領域（部位）における溝の密度に対して高めるべく6本/cm～10本/cm程度にし、被加工物の周辺部付近が研磨される領域（部位）における溝の密度に対して高めて形成した研磨パッドを移動（回転若しくは直動）させ、該研磨パッドの表面に対して被加工物（基板）を所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させることによって、前記研磨パッドの表面と被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨することを特徴とする研磨方法である。

【0013】また、本発明は、表面において被加工物の中央部付近が研磨される領域（部位）における溝の密度を、少なくとも一方向について被加工物の周辺部付近が研磨される領域（部位）における溝の密度に対して高めるべく6本/cm～10本/cm程度にし、被加工物の周辺部付近が研磨される領域（部位）における溝の密度に対して高めて形成した研磨パッドを移動（回転若しくは直動）させ、該研磨パッドの表面に対して被加工物を所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させることによって、前記研磨パッドの表面と被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨することを特徴とする研磨方法である。また、本発明は、表面において被加工物の中央部付近が研磨される領域（部位）における0.08mm～0.25mm程度の幅および0.3mm～1.2mm程度の深さを有する溝の密度を、少なくとも一方向について被加工物の周辺部付近が研磨される領域（部位）における溝の密度に対して高めるべく6本/cm～10本/cm程度にし、被加工物の表面を研磨することを特徴とする研磨方法である。

工物の周辺部付近が研磨される領域(部位)における0.08mm~0.25mm程度の幅および0.3mm~1.2mm程度の深さを有する溝の密度に対して高めて形成した研磨パッドを移動(回転若しくは直動)させ、該研磨パッドの表面に対して被加工物を所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させることによって、前記研磨パッドの表面と被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨する研磨方法である。

【0014】また、本発明は、表面において被加工物の中央部付近が研磨される領域(部位)における0.08mm~0.25mm程度の幅および0.3mm~1.2mm程度の深さを有する溝の密度を、少なくとも一方向について被加工物の周辺部付近が研磨される領域(部位)における0.08mm~0.25mm程度の幅および0.3mm~1.2mm程度の深さを有する溝の密度3本/cm~6本/cm程度に対して高めるべく6本/cm~10本/cm程度にし、被加工物の周辺部付近が研磨される領域(部位)における溝の密度に対して高めて形成した研磨パッドを移動(回転若しくは直動)させ、該研磨パッドの表面に対して被加工物を所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させることによって、前記研磨パッドの表面と被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨することを特徴とする研磨方法である。また、本発明は、前記研磨方法において、前記被加工物の中央部における研磨能率と前記被加工物の中辺部における研磨能率とが共に180nm/min以上とすることを特徴とする。また、本発明は、前記研磨方法において、前記被加工物の全表面内における研磨量のばらつきを5%以下にすることを特徴とする。

【0015】また、本発明は、定盤と共に移動または定盤上を移動(回転若しくは直動)し、表面において少なくとも隣接した領域(部位)間では異ならしめた密度分布を持つ溝群を複数の領域(部位)の各々に形成した研磨パッドと、被加工物を保持した状態で該被加工物を前記研磨パッドの表面に対して所望の研磨圧で押し付けながら揺動させる被加工物保持手段とを備え、前記研磨パッドの表面と前記被加工物保持手段によって保持された被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨するように構成したことを特徴とする研磨装置である。また、本発明は、定盤と共に移動または定盤上を移動(回転若しくは直動)し、表面において少なくとも隣接した領域(部位)間では異ならしめた密度分布を持つ溝群を複数の領域(部位)の各々に形成した研磨パッドと、被加工物を保持した状態で該被加工物を前記研磨パッドの表面に対して所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記

研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させる被加工物保持手段とを備え、前記研磨パッドの表面と前記被加工物保持手段によって保持された被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨するように構成したことを特徴とする研磨装置である。また、本発明は、前記研磨装置において、前記研磨パッドの表面における複数の領域(部位)が、前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向における領域(部位)であることを特徴とする。

【0016】また、本発明は、定盤と共に移動または定盤上を移動し、表面において被加工物の中央部付近が研磨される領域(部位)における溝の密度を、被加工物の周辺部付近が研磨される領域(部位)における溝の密度に対して高めて形成した研磨パッドと、被加工物を保持した状態で該被加工物を前記研磨パッドの表面に対して所望の研磨圧で押し付けながら回転させて前記研磨パッドの移動方向に対して交差する方向に揺動させる被加工物保持手段とを備え、前記研磨パッドの表面と前記被加工物保持手段によって保持された被加工物の表面との間に供給されたスラリーの化学的および機械的な作用によって被加工物の表面を研磨するように構成したことを特徴とする研磨装置である。また、本発明は、表面において少なくとも隣接した領域(部位)間では異ならしめた密度分布を持つ溝群を複数の領域(部位)の各々に形成した研磨パッドと、被加工物を保持した状態で該被加工物を前記研磨パッドの表面に対して所望の研磨圧で押し付ける被加工物保持手段とを備え、前記研磨パッドと前記被加工物保持手段によって保持された被加工物に相対的な運動を与えて被加工物の表面を研磨するように構成したことを特徴とする研磨装置である。また、本発明は、溝の密度に基づいた研磨パッドの研磨能率を事前に測定する研磨能率測定工程と、該測定の結果より、被加工物(基板)の一樣な研磨量分布を得るために表面に、少なくとも隣接した領域(部位)間では異ならしめた密度分布を持つ溝群を複数の領域(部位)の各々に作成する溝群作成工程とを有することを特徴とする研磨パッド製造方法である。

【0017】以上説明したように、前記構成によれば、化学機械研磨加工において、研磨能率と研磨量均一性を維持しつつ、ドレッシングによる研磨パッド消耗量を低減し、しかも研磨パッドの見かけ上の剛性を低下させることなく、ウェハ基板等の被加工物の表面を0.3μm以下の精度で平坦化することが可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明に係る研磨方法およびその装置の実施の形態について、図1を用いて説明する。近年、半導体デバイスの高密度化に伴い、半導体ウェハ等の半導体基板の表面(例えば絶縁膜)の凹凸を平坦化するCMP(Chemical Mechanical Polishing: 化学的機

械的研磨法)が導入されている。本発明に係るCMPによる研磨装置は、図2に示すように、研磨パッド6aを貼付した研磨定盤10aを回転させ(公転させ)、被加工物保持器(被加工物保持手段)11に保持された被加工物5を、任意の研磨圧で研磨パッド6aに押し付けながら自転させつつ揺動方向8に揺動させることによって摺動させ、スラリー13を被加工物5と研磨パッド6aとの間に供給し研磨するように構成される。スラリー13としては、化学的および機械的な研磨作用を有するものを用いる。即ち、図2に示す研磨装置は、研磨パッド6aを貼付した研磨定盤10aを回転させるため、回動式と称される。このような研磨装置において、研磨加工を施して行くに従って、研磨パッド6aの表面の凹凸が平坦化されていって、被加工物5の加工面と研磨パッド6aの表面との間へのスラリーの導入が阻害されると共に、被加工物5の加工面と研磨パッド6aの表面との間の直接接面積の増大に伴って実質的研磨圧力が低下することになる。そこで、ダイヤモンド砥石を用いたドレッサ14により研磨パッド6aに対して目立て(ドレッシング)を適宜行い、研磨パッド6aによる研磨能率の回復を図る。

【0019】本発明に係るCMPによる研磨装置としては、図2に示す回動式の外、図3に示す直動式にも適用可能である。即ち、直動式のCMPによる研磨装置は、ベルト状の研磨パッド6bをローラ20等に懸架して直動させ、この直動する研磨パッド6bの裏面に定盤状の研磨ステージ10bを設置し、被加工物保持器11に保持された被加工物5を、任意の研磨圧で研磨パッド6bに押し付けながら自転させつつ揺動方向8に揺動させることによって摺動させ、スラリー13を被加工物5と研磨パッド6bとの間に供給し研磨するように構成される。この直動式研磨装置においても、回動式と同様に、ダイヤモンド砥石を用いたドレッサ14により研磨パッド6bに対して目立て(ドレッシング)を適宜行い、研磨パッド6bによる研磨能率の回復を図る。

【0020】ところで、上記CMP研磨方法では、研磨により生じる研磨パッド6の表面の平坦化の進行が研磨パッド6の面内で様でない。即ち、ウェハ基板5の研磨において、ウェハ基板面内の全ての点における摺動距離を一樣にして面内の研磨量を均一化するために、回動式の場合、通常、被加工物であるウェハ基板5の自転と研磨パッド6aの公転との間の回転比をほぼ1:1にする。ところが、この時に研磨パッド6a側の研磨パッドの半径方向(研磨定盤10aの中心からの距離)に対する摺動距離は一樣にならない。図4は、研磨パッド6aの半径上の各点がウェハ基板(約125mm径)を通過した際の摺動距離の分布(研磨パッド半径上における研磨定盤10aの中心からの距離が約125mmから外側に行くに従って、ウェハ基板5の自転による回転方向と研磨定盤10aの公転による回転方向とが一致するた

め、摺動距離の平均を1としたとき摺動距離の比が約1.2程度から徐々に減少していき、研磨パッド半径上における研磨定盤10aの中心からの距離が約125mmから内側に行くに従って、ウェハ基板5の自転による回転方向と研磨定盤10aの公転による回転方向とが逆であるため、摺動距離の平均を1としたとき摺動距離の比が約1.2程度から急激に減少していく分布)を示しており、概ねウェハ基板の中央付近(多少内側に変位している。)を研磨する研磨パッド6aの部位は、ウェハ基板の外周を研磨する部位に比べて摺動距離が大きい、即ち、研磨パッドの表面の平坦化の進行が速いことを示している。この現象は、直動式の場合にも、同様に研磨パッド6bに対しても生じることになる。

【0021】したがって、本発明においては、研磨量の均一性を維持するために、ウェハ基板の中央付近における研磨パッド6a、6bの表面の平坦化の進行を相殺する必要がある。そこで、本発明に係る研磨装置およびその方法としては、図1に示すように、回動式の場合、更に、研磨定盤10aに貼付された研磨パッド6aの表面に複数の同心円状の溝群7を設け、これら同心状の環状領域1、2、3において同心円状の溝の密度が異なるように作成することにある。図1では、研磨パッド6aの表面にきちんと同心円状の溝(凹部)が形成されている状態を示しているが、概ね同心円状の凹部が形成されていれればよい。また、図1では、密度について環状領域ごとに半径方向に異なるように形成しているが、必ずしも、半径方向に異ならせる必要はなく、円周方向に異ならしめてもよい。また各環状領域ごとに2次元的に凹部の密度を異ならしめてもよい。要するに、溝(凹部)の間の凸部によって研磨されるため、環状領域1、2、3ごとに概ね同心円状の凹部の密度を異ならしめれば良い。このように、溝(凹部)の密度の異なる環状領域1、2、3を研磨パッド6aの表面に設けたことにより、溝(凹部)の密度に応じてウェハ基板等の被加工物5の表面と研磨パッド6aの表面との間へのスラリー導入量が変化するため、各領域毎に異なった研磨能率が得られる。そこで、本発明では、研磨パッド6aの表面の平坦化により発生する研磨能率の分布を相殺するように各領域の溝(凹部)の密度、領域幅、ウェハ基板等の被加工物5の揺動方向8の揺動幅を最適化し研磨能率の分布を補正する。これにより、ドレッシング能率を低減しつつ研磨量の均一性の保持を可能とする。

【0022】具体的には、前述のようにウェハ基板の中央付近の研磨を行う部位が研磨パッド6aの表面の平坦化の進行が速いため、ウェハ基板の中央付近の研磨を行う環状領域2の溝(凹部)の密度を他の領域1、3より高くする。尚、溝(凹部)の密度は、研磨パッド半径方向に連続的に変化させても良いが、簡単のために溝(凹部)の密度の変化を2段階として、図1に示すように双方の領域の境界を横断するようにウェハ基板5を揺動方

向8に揺動させることで溝(凹部)の密度を連続的に変化した場合とほぼ同様の結果を得ることができる。尚、研磨パッド6aの表面の溝(凹部)の断面形状は、研磨パッド6aの消耗により溝深さ(凹部深さ)が減少した場合にも溝幅(凹部幅)が変化しないように角型、あるいはU字型が望ましい。

【0023】次に、前記研磨パッド6aの表面に対する各領域1、2、3の溝の密度の決定方法について説明する。図5は、測定点のウェハ基板半径上の位置をパラメータとした研磨パッド6aの表面の溝の密度と研磨能率の相関を示した図である。図5において、15はウェハ基板5の中央部の研磨能率を示しており、16はウェハ基板5の外周部、この場合ウェハ基板の外周より5mm内側の部分の研磨能率を示している。研磨能率の測定は、溝の密度毎に全面に一樣な溝の密度を持った研磨パッドにより研磨を行い、前述のウェハ基板5上の2点について研磨量を算出し、研磨時間で除すことにより求めた。尚、研磨は、厚さ約2 μ m程度のSi酸化膜が形成されたSiウェハ基板(直径125mm程度)に対して、圧縮弾性率100Mpa程度の発泡ポリウレタンを主成分とする研磨パッド(厚さ約3mm程度以下の例えば約1mm程度)を用いて行った。その他の研磨条件は以下の通りである。

【0024】(1)スラリー: SiO₂砥粒含有率3%程度の水溶液

(2)スラリー供給速度: 200ml/min程度

(3)研磨圧: 300~400g/cm²程度

(4)研磨定盤の回転速度: 400~900mm/s程度(回転速度を約471mm/sにした場合、Siウェハ基板の自転と研磨定盤(研磨パッド)の公転との回転比が約1:1となる。)

(5)Siウェハ基板の回転角速度: 3.14rad/s程度(周速度: 200mm/s程度)

(6)研磨時間: 3min

また、研磨パッド6aの表面への溝(凹部)は幅0.08~0.25mm程度、深さ0.3~1.2mm程度のU字型断面とし、ドレッサ荷重の調節を行い、ドレス能率を100nm/min程度とした。特に、研磨パッド6aの表面に形成する溝(凹部)の幅を0.08~0.25mm程度の範囲にしたのは、下限の範囲についてはダイヤモンドバイトを用いて切削加工できるようにしたためであり、上限の範囲については溝の密度を10本/cm以下にした場合において研磨面の面積を低下に基づく研磨能率の減少をできるだけなくすと共に研磨パッドの見かけ上の剛性の低下をできるだけ少なくしてウェハ基板の表面の0.3 μ m程度以下の平坦化を可能にするためである。

【0025】図5から明らかなように、研磨パッド6aの表面の溝の密度が増大すると研磨能率が増大し、溝の密度がある程度(9本/cm程度:)以上になると研磨

能率が緩やかに減少していることがわかる。これは、溝の密度が9本/cm程度以上に増大していくと、研磨パッドの接触面積が減少するため研磨能率が僅かながら低下するものと考えられる。しかしながら、溝の密度が12本/cm程度までは、ウェハ基板5の中央部の研磨能率15において、190nm/min程度以上得ることができる。ウェハ基板5の中央部の研磨能率15は、溝の密度が6本/cm程度(間隔1.7mm程度)になると約180nm/minが得られ、溝の密度が7本/cm程度(間隔1.4mm程度)になると約190nm/minが得られ、溝の密度が8~10本/cm程度(間隔1.25~1mm程度)になると最大である約202nm/minが得られ、更に溝の密度が増大するに従って減少し、溝の密度が12本/cm程度(間隔0.8mm程度)までは約190nm/min以上実現することができる。ウェハ基板5の外周部の研磨能率16は、溝の密度が4本/cm程度(間隔2.5mm)になると約190nm/minが得られ、溝の密度が7本/cm程度(間隔1.4mm程度)になると約208nm/minが得られ、溝の密度が8~9本/cm程度(間隔1.1~1.25mm程度)になると最大である約212nm/minが得られ、更に溝の密度が増大するに従って減少し、溝の密度が12本/cm程度(間隔0.8mm程度)までは約200nm/min以上実現することができる。

【0026】このように、ウェハ基板5の中央部の研磨能率15とウェハ基板5の外周部の研磨能率16とを比較した場合、溝の密度が4本/cm程度においては両研磨能率の差が45nm/min程度あったものが、溝の密度が5本/cm程度になると26nm/minとなり、溝の密度が7本/cm程度になると19nm/min程度となり、溝の密度が8本/cm程度になると12nm/min程度と減少していくことになる。以上の関係から、溝の密度の増大による研磨能率の増大は、ウェハ基板の中央部において顕著であることがわかる。これは、前述のようにウェハ基板5の中央部を研磨する研磨パッド6aの部位がウェハ基板5の外周部を研磨する研磨パッド6aの部位に比べて目つぶれが多く生じて平坦化されていって研磨能率が低下していくため、ウェハ基板5の中央部付近を研磨する研磨パッド6aの部位における溝の密度を増大させることによって目つぶれが生じにくくなることによる。

【0027】ところで、図5において、17で示すように研磨能率一定の線(例えば、約180nm/min程度、約190nm/min程度、約200nm/min)を考えた場合、それぞれ15、16と17の交点のX座標がウェハ基板の中央部とウェハ基板の外周部において同一の研磨能率を得ることの出来る溝の密度(研磨能率を約180nm/min程度にした場合、16においては溝の密度が3本/cm程度(間隔3.3mm程

度)、15においては溝の密度が6.3本/cm程度(間隔1.6mm程度);研磨能率を約190nm/min程度にした場合、16においては溝の密度が4本/cm程度(間隔2.5mm程度)、15においては溝の密度が7本/cm程度;研磨能率を約200nm/min程度にした場合、16においては溝の密度が5.5~6本/cm程度、15においては溝の密度が8~10本/cm程度を示している。したがって、この二つの値の間で研磨パッド半径方向に連続的に変化する適当な溝の密度分布を持たせれば、ウェハ面内の研磨量をほぼ均一にすることができる。しかしながら、このような研磨パッド溝の作成は煩雑である。そこで、前述のように簡易的には研磨パッド6a上の環状領域1、3と環状領域2との間に溝の密度の変化を2~3段階(環状領域(被加工物5の外周部を研磨する部位)1、3に対して溝の密度を3~6本/cm程度、環状領域(被加工物5の中央部を研磨する部位)2に対して溝の密度を6~10本/cm程度)とし、溝の密度の高い環状領域2の幅4をウェハ半径(約62.5mm)に対して45~75mm程度(図4に示す摺動距離の平均を1としたときの摺動距離の比から大凡決まってくる。)として、ウェハ基板5の揺動幅もウェハ半径に対して40~80mm程度とすればほぼ均一な研磨量分布が得られる。

【0028】以上説明したように、圧縮弾性率100Mpa程度の発泡ポリウレタンを主成分とする研磨パッド(厚さが約0.5~3mm程度)6の表面に形成する溝(凹部)の断面形状を幅0.08~0.25mm程度、深さ0.3~1.2mm程度のU字型(U字型としたのは、溝の幅が大きく変動せず、直立に近い状態であるからである。)とし、ウェハ基板等の被加工物5に対する研磨パッド6の主たる摺動方向に対して交差する方向における0.08~0.25mm程度の幅を有する溝(凹部)の密度を3本/cm~10本/cm程度の範囲から適宜決定すれば良い。溝の変化を2~3段階につける場合には、ウェハ基板5の中央部を研磨する部位(領域)2における溝の密度を、6~10本/cm程度の範囲において、ウェハ基板5の外周部を研磨する部位(領域)1、3における溝の密度3~6本/cmよりも高めれば良い。これは、直動式の場合も同様に適用することができる。

【0029】このように、ウェハ基板等の被加工物5に対する研磨パッド6の主たる摺動方向に対して交差する方向における0.08~0.25mm程度の幅を有する溝(凹部)の領域2における密度を6~10本/cm程度にして、領域1、3における密度に対して高めることによって、研磨能率と研磨量の均一性を維持しつつ、ドレッシングによる研磨パッドの消耗量を低減し、しかも研磨パッドの見かけ上の剛性を低下させることなく、被加工物であるウェハ基板の表面を0.3μm以下の精度で平坦化することが可能となる。なお、溝(凹部)を1次

元または2次元に配列して形成したとしても、研磨パッド上の領域2における溝の密度を10本/cm程度(間隔1mm程度)に増大した場合、研磨面の面積をできるだけ減少させないために、幅として0.08~0.25mmの範囲の内、狭くした方が好ましい。

【0030】また、研磨能率と溝の密度の相関を事前に測定しておき、各領域の溝の密度、領域2の幅4、ウェハ基板の揺動幅を最適化することで研磨パッド表面の平坦化により発生する研磨量の分布を補正することができる。また、圧縮弾性率100Mpa程度の発泡ポリウレタンを主成分とする研磨パッド(厚さが約0.5~3mm程度)6の表面に、幅0.08~0.25mm程度、深さ0.3~1.2mm程度のU字型の断面形状を有する溝(凹部)を形成する方法としては、ダイヤモンドバイトを用いて切削加工する方法がある。即ち、研磨パッドを回転チャックに取付け、該回転チャックを回転させてダイヤモンドバイトを送り込むことによって円状の溝を形成することができる。また、溝を格子状に形成する場合には、ステージ上に研磨パッドを取付け、ダイヤモンドバイトをX-Y軸方向に移動させることによって形成することができる。

【0031】以上、半導体製造プロセスにおける平坦化研磨工程に本CMP研磨方法を採用することにより、研磨能率と研磨量均一性を一定レベルに保持しつつ、ドレッシングによる研磨パッドの消耗量を低減することができ、しかも被加工物であるウェハ基板の表面を0.3μm以下の精度で平坦化することが可能となる。特に、研磨パッドの消耗量を低減できることによって、研磨パッドの交換に伴う研磨パッド面の初期調整作業や研磨能率の測定に費やされていた時間と手間を削減できる効果を生む。また、研磨パッド費用は、CMP加工における原価に大きな割合を占めており、原価低減の副次的な効果もある。尚、本実施の形態では、デバイスウェハを研磨対象としているが、これ以外の被加工物を研磨対象としても、これと同様な効果が達成される。

【0032】

【実施例】以下、図1に示した研磨方法を用いた研磨加工の実施例について、従来の研磨加工の実施例と比較しながら説明する。尚、本実施例では、研磨対象とするウェハ、基本的な研磨条件は発明の実施の形態の欄で述べた研磨条件と同様に設定する。なお、溝の断面形状としては、幅0.1mm程度、深さ0.6mm程度のU字型を用いた。目標とする研磨能率は、190nm/min程度とし、図5を用いて2の領域の溝の密度を7本/cm程度、1および3の領域の溝の密度を4本/cm程度とし、2の領域の幅4ならびにウェハの揺動幅8をウェハ半径と同等の62.5mm程度とした。尚、研磨能率の目標を更に高くできることは図5より明らかである。しかし、溝の密度を12本/cm程度以上に極度に増加させた場合、研磨パッドの見かけ上の剛性が低下し、被加

工物であるウェハ基板の表面の凹凸の平坦化能力として低下して $0.3\mu\text{m}$ 以下の平坦化を実現することが難しくなる。そこで、本発明の実施例では、凹凸平坦化に影響のない範囲として溝の密度を $10\text{本}/\text{cm}$ 以下の $7\text{本}/\text{cm}$ にした。即ち、 0.1mm 程度の幅を有する溝の密度を $7\text{本}/\text{cm}$ にすることによって、研磨パッドの見かけ上の剛性を低下させることなく、被加工物であるウェハ基板の表面を $0.2\mu\text{m}$ 以下の精度で平坦化することが可能となる。

【0033】その結果、図6に実施1で示す如く、ウェハ基板の直径方向のウェハ研磨量分布が得られた。図6に比較1で示すものは、研磨パッドの全面に対して 0.1mm 程度の幅を有する溝の密度を $5\text{本}/\text{cm}$ （間隔 2mm 程度）で一様にした場合のウェハ基板の直径方向のウェハ研磨量分布である。比較例の研磨加工によれば、Siウエハの研磨量に約 $\pm 13\%$ （約 $515\text{nm} \pm 67\text{nm}$ 程度）のばらつきが生じるのに対して、本実施例の研磨加工によれば、Siウエハの研磨量のばらつきが約 $\pm 5\%$ （約 $580\text{nm} \pm 29\text{nm}$ 程度）に抑制されることが確認された。なお、図7は、比較例におけるドレッサ14によるドレッシング能率を、本実施例のドレッシング能率の約10倍にあたる $1000\text{nm}/\text{min}$ 程度まで増大させた場合、本実施例と同等の研磨量がらつき約 $\pm 5\%$ が得られることを示す図である。図7に比較2で示すものは、研磨パッドの全面に対して 0.1mm 程度の幅を有する溝の密度を $5\text{本}/\text{cm}$ （間隔 2mm 程度）で一様にし、ドレッシング能率を $1000\text{nm}/\text{min}$ 程度にした場合のウェハ基板の直径方向のウェハ研磨量分布である。

【0034】以上の結果から、本実施例によれば、研磨能率と研磨量均一性を保持しつつ、比較例に比べてドレッシングによる研磨パッド消耗量を低減できる効果が達成されていることが確認された。

【0035】

【発明の効果】本発明によれば、化学機械研磨加工において、研磨能率と研磨量均一性を維持しつつ、ドレッシングによる研磨パッド消耗量を低減し、しかも研磨パッドの見かけ上の剛性を低下させることなく、ウェハ基板等の被加工物の表面を $0.3\mu\text{m}$ 以下の精度で平坦化することが可能となる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る化学機械研磨加工における基本構成を示した原理図である。

【図2】本発明に係る化学機械研磨装置の第1の実施例（回転式）の概略構成を示す斜視図である。

【図3】本発明に係る化学機械研磨装置の第2の実施例（直動式）の概略構成を示す斜視図である。

【図4】研磨パッド半径上の各点がウェハ基板を通過した際の摺動距離の分布を示した図である。

【図5】研磨能率と研磨パッド上の溝の密度の関係を、ウェハ基板上の2点（中央部、周辺部）について示した図である。

【図6】本発明に係る実施例と比較例1との間におけるウェハ基板内の研磨量のばらつきを説明するための図である。

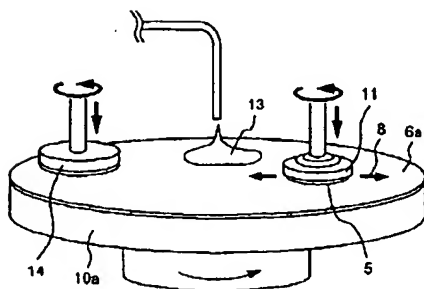
【図7】本発明に係る実施例と比較例2との間におけるウェハ基板内の研磨量のばらつきを説明するための図である。

【符号の説明】

1…研磨パッド上の環状の領域、2…研磨パッド上の環状の領域、3…研磨パッド上の環状の領域、4…領域2の幅、5…ウェハ基板（被加工物）、6、6a、6b…研磨パッド、7…研磨パッド表面の溝群、8…ウェハ基板揺動方向、9…研磨パッド、10a、10b…定盤、11…被加工物保持器、13…スラリー、14…ドレッサ、15…ウェハ基板中心における研磨パッド溝の密度と研磨能率の相関、16…ウェハ基板外周より 5mm の位置における研磨パッド溝の密度と研磨能率の相関。

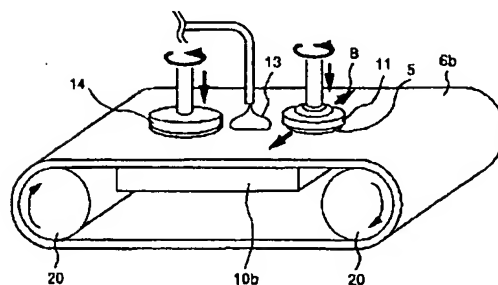
【図2】

図 2



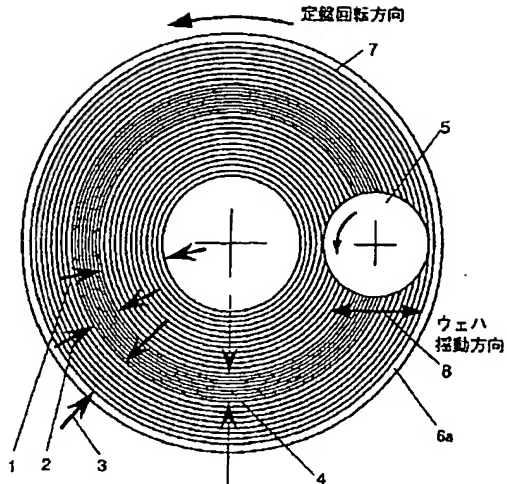
【図3】

図 3



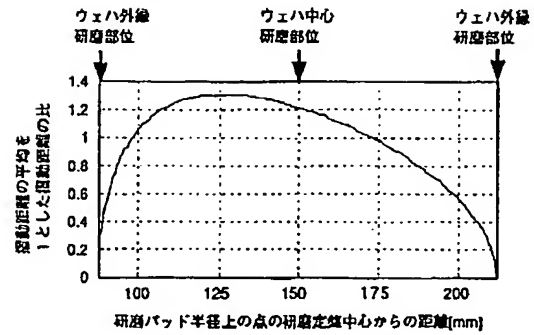
【図1】

図 1



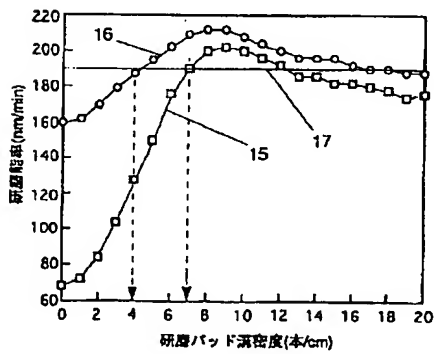
【図4】

図 4



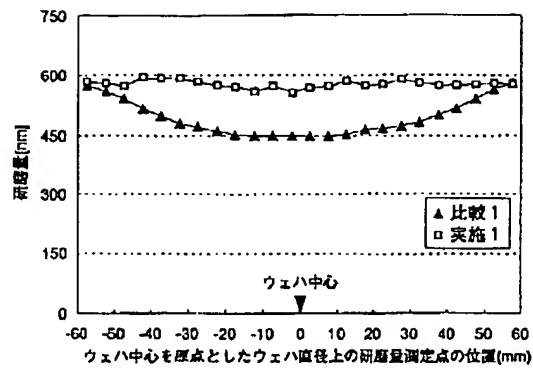
【図5】

図 5



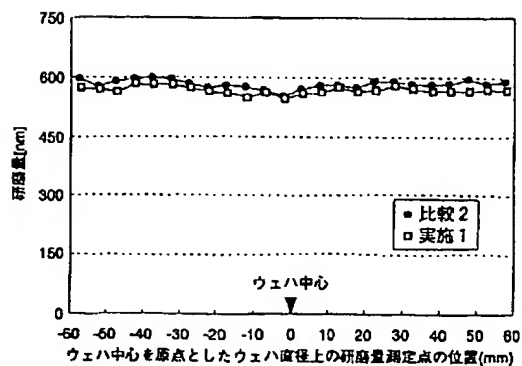
【図6】

図 6



【図7】

図 7



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 秀己

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株
式会社日立製作所生産技術研究所内

Fターム(参考) 3C058 AA07 AA09 AA11 AA12 AB01
AC04 BA02 BA05 BA09 CB10
DA12